

基礎の補強やリニューアルに対して地盤改良の適用性の検討（その2）

木村 亮*・澤村 康生**

1. 研究の目的

杭基礎の水平抵抗力を向上させることを目的として、杭頭部を地盤改良と一体化する工法が開発されている。これまで筆者ら¹⁾は、遠心模型実験と3次元弾塑性有限要素解析を実施し、同構造は周囲の地盤が液状化した場合にも優れた耐震性能を発揮することを確認した。しかし、過去の地震においては、地盤の液状化に伴う側方流動による橋梁の被害が報告されている。本工法は、杭頭部が地盤改良と一体となっているため、周囲の地盤で側方流動が発生した場合に大きな側方流動圧を受ける可能性があり、検討が必要である。そこで本研究では、既往の研究¹⁾における遠心模型実験の条件を基本として、傾斜地盤において液状化に伴う地盤の側方流動が発生した場合の同工法の挙動について数値解析を用いて検討した。

2. 解析手法

本研究では、弾塑性有限要素解析コード DBLEAVES²⁾を用いて3次元土-水連成弾塑性有限要素解析を行った。図1に解析メッシュと境界条件を示す。解析対象は既往の研究¹⁾と同様、液状化地盤に建設された2×2の群杭基礎とし、杭頭部の地盤改良および表層地盤の傾斜の有無をパラメータとした。一般的に傾斜地盤の検討を行う際には地表面の傾斜が0から4%程度に設定されることが多いことから、本研究においては傾斜0%と4%に設定した。地盤はCyclic mobility model³⁾、改良体はModified Drucker-Prager model⁴⁾、杭および上部工は弾性体を用いてそれぞれモデル化し、入力パラメータにはいずれも既往の研究¹⁾と同様の値を用いた。また、入力地震動についても既往の研究¹⁾において遠心模型実験の再現解析で使用されたものを用いた。

3. 得られた成果

図2には、杭の右側の位置における液状化層の水平変位時刻歴を示す。傾斜0%の場合には地盤改良の有無に関わらず加振終了時点における水平変位量はわずかであることが確認できる。一方、

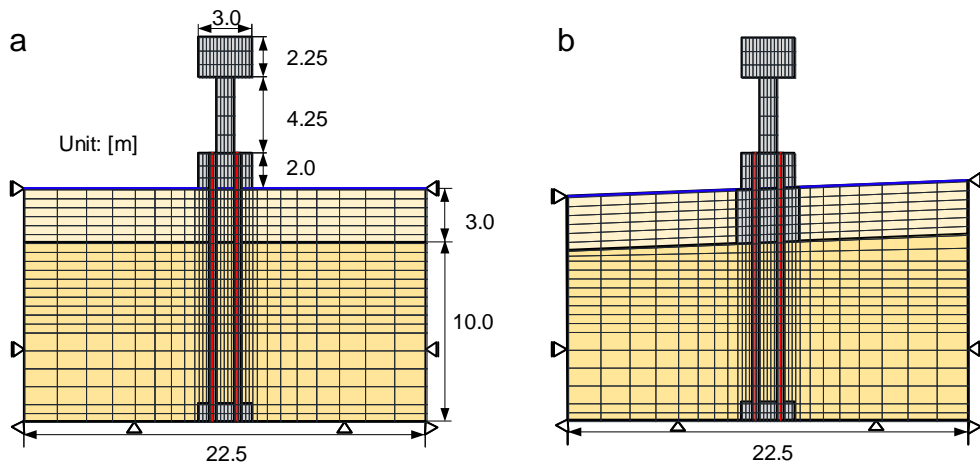


図1 解析メッシュと境界条件 (a: 地盤改良なし・傾斜0%, b: 地盤改良あり・傾斜4%)

*京都大学大学院工学研究科・教授, **同・准教授

地盤の傾斜 4% のケースでは、加振終了時点において地盤改良がない場合に 176 mm、杭頭部に地盤改良を施した場合で 159 mm の残留変位が発生しており、液状化による側方流動が発生していることが確認できる。杭頭部に地盤改良を施した場合に水平変位量がわずかに小さくなるのは、杭頭部の地盤改良により地盤の側方変位が抑制されたためであると考えられる。

図 3 に杭頭変位の時刻歴を示す。地盤改良の有無による違いに着目すると、地盤の傾斜角によらず地盤改良を施した場合において杭頭変位が小さくなっており、杭頭部と地盤改良を一体化させた本工法による優位性を確認することができる。一方、地盤の傾斜による影響については、地盤改良の有無によらず顕著な差は見られなかった。これは図 2 に示した通り、本研究の解析条件では液状化層中央において 159 mm 程度の側方流動が発生したが、この程度の地盤変位では杭頭部の水平変位に与える影響はわずかであったためと考える。

本解析は遠心模型実験の条件を基本として実施したため、土槽による境界条件の影響を強く受けた可能性がある。今後は側方の解析領域を広げた場合や、より大きな地震動が作用した場合についても検討する予定である。

4. 謝 辞

本研究は、株式会社 不動テトラより委託されたものであり、関係各位に謝意を表す。

発 表 論 文

- 1) 村中結希, 澤村康生: 液状化による側方流動の影響を受ける地盤改良複合杭の動的挙動に関する数値解析, 第 57 回地盤工学研究発表会, 2022-7.

参 考 文 献

- 1) Sawamura, Y., Inagami, K., Nishihara, T., Kosaka, T., Hattori, M. and Kimura, M.: Seismic performance of group pile foundation with ground improvement during liquefaction, *Soils and Foundations*, Vol.61, No.4, pp.944-959, 2021.
- 2) Ye, B., Ye, G. L., Zhang, F. and Yashima, A.: Experiment and numerical simulation of repeated liquefaction-consolidation of sand, *Soils and Foundations*, Vol.47, No.3, pp.547-558, 2007.
- 3) Zhang, F., Ye, B., Noda, T., Nakano M. and Nakai, K.: Explanation of cyclic mobility of soils: Approach by stress-induced anisotropy, *Soils and Foundations*, Vol.47, No.4, pp.635-648, 2007.
- 4) Zhang, F., Kimura, M., Nakai, T. and Hoshikawa, T.: Mechanical behavior of pile foundations subjected to cyclic lateral loading up to the ultimate state, *Soils and Foundations*, Vol.40, No.50, pp.1-17, 2000.

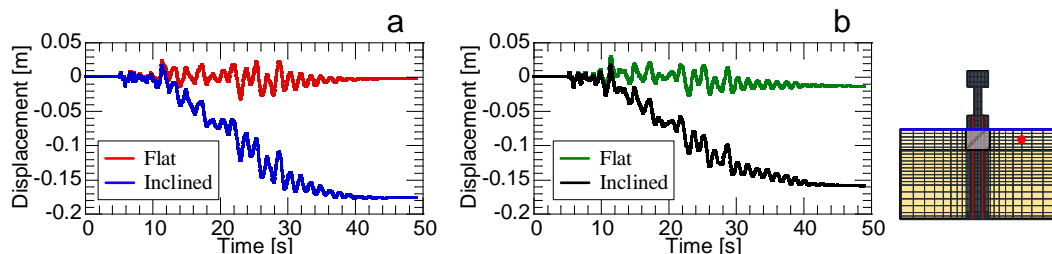


図 2 液状化地盤 (GL-1.5 m) における水平変位の時刻歴 (a: 地盤改良なし, b: 地盤改良あり)

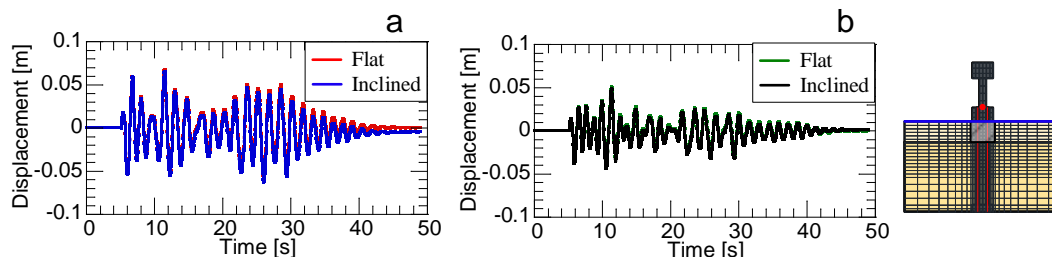


図 3 杭頭変位の時刻歴 (a: 地盤改良なし, b: 地盤改良あり)